

**Universidade Federal da Paraíba**  
**Centro de Tecnologia**  
**Departamento de Engenharia Mecânica**  
**Engenharia Mecânica**

**Raoni Aragão Sobral**

**ANÁLISE DO CONTROLE DE QUALIDADE EM BATERIAS AUTOMOTIVAS COM  
BASE NO PILAR DE QUALIDADE DA METODOLOGIA DE MANUFATURA DE  
CLASSE MUNDIAL**

**Trabalho de Conclusão de Curso - TCC**

**João Pessoa**  
**14 de Junho de 2018**

**Raoni Aragão Sobral**

**ANÁLISE DO CONTROLE DE QUALIDADE EM BATERIAS AUTOMOTIVAS COM  
BASE NO PILAR DE QUALIDADE DA METODOLOGIA DE MANUFATURA DE  
CLASSE MUNDIAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Mecânica, da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Engenheiro Mecânico.

Orientador: Prof. M. Eng. Jailson Ribeiro de Oliveira

**João Pessoa**

**14 de Junho de 2018**

S677a Sobral, Raoni Aragão

Análise do Controle de Qualidade em Baterias Automotivas com Base no Pilar de Qualidade da Metodologia de Manufatura de Classe Mundial A182 F22./ Raoni Aragão Sobral. – João Pessoa, 2018.

35f. il.:

Orientador: Prof. M. Eng. Jailson Ribeiro de Oliveira

Monografia (Curso de Graduação em Engenharia Mecânica) Campus I UFPB / Universidade Federal da Paraíba.

1. Manufatura de classe mundial 2. Não conformidade 3. Pilar de Qualidade 4. Acumuladores chumbo-ácido 5. Melhoria contínua  
I. Título.

BS/CT/UFPB

CDU: 2.ed.621(043)



## AVALIAÇÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO - TCC

### ALUNO:

NOME Raoni Aragão Sobral Matrícula 11011212

### TCC:

TÍTULO DO TRABALHO Análise do Controle de Qualidade em baterias automotivas com base no Plan  
Qualidade da Metodologia, Manufatura de Classe  
Mundial

### AVALIAÇÃO

Prof. <u>Faílson Ribeiro de Oliveira</u>	/ <u>[Assinatura]</u>	<u>9,0</u>
Orientador	Rubrica	Nota
Prof. <u>Rosângelo Augusto Calvão</u>	/ <u>[Assinatura]</u>	<u>10,0</u>
Membro	Rubrica	Nota
Prof. <u>Eduardo Braga Costa Santos</u>	/ <u>[Assinatura]</u>	<u>8,0</u>
Membro	Rubrica	Nota

Média Final: 9,0

João Pessoa, 18 de Junho de 18.

*Dedico este trabalho à minha mãe, por sempre ter acompanhado de perto os meus estudos e ser uma dos principais exemplos de dedicação que eu tenho. Dedico à meu falecido pai, que foi quem mais me incentivou a cursar engenharia mecânica e infelizmente não está entre nós para ver o término desta caminhada. E por fim, a minha irmã que mesmo sem saber me incentiva a estar sempre buscando ser uma pessoa melhor.*

*Dedico à Deus por sempre acalmar meus pensamentos e iluminar meus caminhos e à meus amigos que viram de perto esta jornada.*

## **Agradecimentos**

Sendo breve, quero agradecer a minha família e aos verdadeiros amigos que sempre me acompanharam.

Agradeço aos amigos de infância, que participaram do meu crescimento e de etapas-chaves em minha vida como a entrada na universidade.

Aos amigos de curso, Adolpho, por sempre ceder sua casa para os grupos de estudos com Lucian, Bruno e Eli. Ronny e Rebeca por serem as pessoas mais próximas durante todo o caminho trilhado nesta graduação, incluindo noites em claro estudando para provas, idas ao subway e muitas alegrias mesmo durante os momentos de tensão. Lívia, por participar desses mesmos momentos e por ter ficado no meu pé para que eu me inscrevesse no edital para realizar um intercâmbio, onde tive a oportunidade de ser aprovado e por fim aos amigos do grupo Paz Mec que sempre acharam uma forma descontraída de encarar os problemas relacionados à universidade.

Agradeço ao grupo de amigos que fiz durante a realização do programa Ciência sem Fronteiras, por estarem presente num dos momentos mais marcantes da minha vida e mais importante para meu crescimento.

Por fim, aos professores da UFPB que de certa forma me mostraram que nós temos que abraçar os desafios e buscar a melhor maneira de trilhar nossos caminhos sem esperar que alguém faça algo em nosso lugar.

*“Quando você não souber mais o que fazer,  
mexa com as pedras” - DE ARAGÃO, Fran-  
cisco Ximenes.*

## Resumo

Durante a manufatura de produtos, diversas variáveis podem influenciar o processo produtivo e qualidade final. No seguimento automobilístico, como na fabricação componentes utilizados em montadoras, setor investigado neste trabalho, a qualidade é um dos requisitos mais exigidos, sendo assim necessário traçar estratégias que atendam tais exigências e também formas de minimizar anomalias e não conformidades. O presente trabalho foi realizado em uma empresa fabricante de acumuladores localizada no interior de Pernambuco e presente no mercado a 60 anos. O objetivo da pesquisa é, baseando-se na metodologia de Manufatura de Classe Mundial, traçar estratégias e ações que previnam não conformidades nos produtos. Desenvolveu-se um estudo de caso com pesquisa aplicada, sendo os dados coletados tanto por meio de informações obtidas junto ao setor de assistência técnica quanto via documentos de apontamentos e matrizes existentes no setor estudado, além da observação participante. O tratamento dos dados possui abordagem qualitativa, com ênfase teórico-empírico, versando sobre não conformidades existentes em campo e em fábrica e ações que pudessem controlar tais ocorrências. Foi utilizado um gráfico de Pareto para análise das não conformidades mais frequentes e a metodologia de manufatura de classe mundial para estudar ações e tratativas. Os resultados alcançados mostram que anomalias recorrentes no campo são também apontadas como principais ocorrências em fábrica, sendo inclusive, responsáveis pelos principais custos com refugo. Em adição, conclui-se que o uso da metodologia de manufatura de classe mundial, com aplicação de melhoria através da aplicação de kaizens, e aplicação de ferramentas específicas junto ao pilar de qualidade, é capaz de reduzir consideravelmente não conformidades aumentando a qualidade nos processos e consequentemente no produto.

**Pavras-chave:** Manufatura de classe mundial. Não conformidade. Pilar de Qualidade. Acumuladores chumbo-ácido. Melhoria contínua.



## Abstract

During the manufacture of products, several variables can influence the production process and final quality. In automobile tracking, as in manufacturing components used in automakers, the sector investigated in this work, quality is one of the most required requirements, so it is necessary to draw up strategies that meet these requirements and also ways to minimize anomalies and nonconformities. The present work was carried out in a manufacturer of accumulators located in the interior of Pernambuco and present in the market at 60 years. The objective of the research is, based on the World Class Manufacturing methodology, to outline strategies and actions that prevent nonconformities in the products. A case study with applied research was developed, the data being collected both through information obtained from the technical assistance sector and through documents of appointments and matrices in the studied sector, in addition to participant observation. The data treatment has a qualitative approach, with a theoretical-empirical emphasis, dealing with nonconformities in the field and in the factory and actions that could control such occurrences. A Pareto chart was used to analyze the most frequent nonconformities and the world class manufacturing methodology to study actions and treatments. The results show that recurrent anomalies in the field are also identified as the main occurrences in the factory, and are also responsible for the main costs with scrap. In addition, it is concluded that the use of the world-class manufacturing methodology, with application of improvement through the application of kaizens, and application of specific tools along the quality pillar, is able to reduce considerably nonconformities increasing the quality in the processes and consequently on the product.

**Key Words:** World-class manufacturing. Non-compliance. Pillar of Quality. Lead-acid accumulators. Continuous improvement.

## Lista de ilustrações

Figura 1 – Conceitos do WCM - World Class Manufacturing – características e implementação em uma empresa automotiva . . . . .	16
Figura 2 – Pilares do WCM . . . . .	20
Figura 3 – Implementação do Pilar de Segurança . . . . .	21
Figura 4 – Implementação do Pilar de Desdobramento de Custos . . . . .	21
Figura 5 – Implementação do Pilar de Melhoria Focada . . . . .	22
Figura 6 – Implementação do Pilar de Organização do Posto de Trabalho . . . . .	22
Figura 7 – Implementação do Pilar de Manutenção Autônoma . . . . .	22
Figura 8 – Implementação do Pilar de Manutenção Profissional . . . . .	23
Figura 9 – Implementação do Pilar de Logística . . . . .	23
Figura 10 – Implementação do Pilar de Gestão Preventiva de Equipamentos . . . . .	24
Figura 11 – Implementação do Pilar de Desenvolvimento de Pessoas . . . . .	24
Figura 12 – Implementação do Pilar de Meio Ambiente . . . . .	24
Figura 13 – Implementação do Pilar Controle de Qualidade . . . . .	26
Figura 14 – Esquema de uma bateria chumbo-ácido . . . . .	29
Figura 15 – Não conformidade em baterias de 5 ampere . . . . .	30
Figura 16 – Não conformidade em baterias de 6 ampere . . . . .	30
Figura 17 – Motivos de desligamento em baterias de 5 ampere . . . . .	31
Figura 18 – Motivos de desligamento em baterias de 6 ampere . . . . .	31
Figura 19 – Custo com refugo por setores . . . . .	32
Figura 20 – Custo com refugo na UGB 02 . . . . .	33
Figura 21 – Matriz Q.A . . . . .	34
Figura 22 – Tabela de critérios da Matriz Q.A . . . . .	34
Figura 23 – Pareto - Matriz Q.A . . . . .	35
Figura 24 – Formulário para Retrofit da Máquina (Exemplo) . . . . .	36
Figura 25 – Resultados da aplicação do standard kaizen . . . . .	37
Figura 26 – Restauração: antes e depois . . . . .	38
Figura 27 – Plano de ação semana kaizen . . . . .	41
Figura 28 – Máscara do Standard Kaizen . . . . .	41
Figura 29 – Formulário para Retrofit da Máquina preenchido . . . . .	42
Figura 30 – Plano de ação para Restauração . . . . .	42
Figura 31 – Formulário para apontamento de não conformidades . . . . .	44
Figura 32 – Formulário para Retrofit da Máquina . . . . .	44
Figura 33 – Ferramenta de 5 perguntas para 0 defeito . . . . .	45

## **Lista de abreviaturas e siglas**

BPR	Business Process Reengineering
CAD	Computer Aided Design
CAM	Computer Aided Manufacturing
COS	Cast on Strap
ERP	Enterprise Resource Planning
INT	Intercell
JIT	Just In Time
MRP	Manufacturing Resource Planning I
MRPII	Manufacturing Resource Planning II
PDCA	Planejamento, Desenvolvimento, Controle e Ação
QA	Quality Assurance
QC	Quality Control
SEL	Seladora de Caixa e Tampa
SOP	Solda Poste
TPM	Total Productive Maintenance
TQC	Total Quality Control (Controle de qualidade total)
TQM	Total Quality Management
TVA	Teste de Vazamento
WCM	World Class Manufacturing

## Sumário

<b>1</b>	<b>Introdução . . . . .</b>	<b>12</b>
<b>1.1</b>	<b>Objetivos . . . . .</b>	<b>13</b>
1.1.1	Geral . . . . .	13
1.1.2	Específicos . . . . .	13
<b>1.2</b>	<b>Justificativa . . . . .</b>	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>Fundamentação Teórica . . . . .</b>	<b>15</b>
<b>2.1</b>	<b>Manufatura de classe mundial . . . . .</b>	<b>15</b>
<b>2.2</b>	<b>Pilar Controle de Qualidade . . . . .</b>	<b>25</b>
2.2.1	Ferramentas do Pilar Controle de Qualidade . . . . .	27
<b>3</b>	<b>Procedimentos Metodológicos . . . . .</b>	<b>28</b>
<b>3.1</b>	<b>Estudo de Caso . . . . .</b>	<b>28</b>
<b>3.2</b>	<b>Caracterização da empresa em estudo . . . . .</b>	<b>28</b>
<b>3.3</b>	<b>Produtos e processos estudados . . . . .</b>	<b>28</b>
<b>3.4</b>	<b>Coleta de dados . . . . .</b>	<b>29</b>
<b>4</b>	<b>Resultados . . . . .</b>	<b>30</b>
<b>4.1</b>	<b>Diagnóstico e priorização da conformidade do processo de fabricação de acumuladores no segmento automotor . . . . .</b>	<b>30</b>
<b>4.2</b>	<b>Aplicação da Metodologia WCM . . . . .</b>	<b>35</b>
<b>4.3</b>	<b>Semana Kaizen . . . . .</b>	<b>35</b>
<b>4.4</b>	<b>Aplicação do Pilar Controle de Qualidade . . . . .</b>	<b>37</b>
<b>5</b>	<b>Conclusão . . . . .</b>	<b>39</b>
	<b>APÊNDICES</b>	<b>40</b>
	<b>ANEXOS</b>	<b>43</b>

## 1 Introdução

A cadeia produtiva de automóveis possui diversas variáveis que influenciam o processo produtivo e a qualidade do produto final. Desde a matéria prima mais bruta, obtido através da mineração, como o minério de ferro, e outros materiais não ferrosos, como alumínio, passando pela siderurgia para formação do aço usado em chapas e lingotes, até componentes mais elaborados que são essenciais para o bom funcionamento dos automóveis e de seus acessórios.

Um desses componentes é o acumulador de chumbo-ácido, mais conhecidos como baterias, e que tem como princípio a transformação de energia química em elétrica. Seu principal objetivo dar a partida inicial nos motores de combustão encontrados nos automóveis e de forma secundária manter toda a parte elétrica em funcionamento.

Os fornecedores de acumuladores compõem a cadeia de suprimentos, sendo-lhes exigidos requisitos de qualidade, como vida útil e capacidade, por parte da Indústria automobilística. Além das montadoras, os fornecedores de acumuladores devem também manter a qualidade para atingir o mercado de reposição.

No estudo de caso objeto dessa pesquisa serão analisadas as exigências dos clientes perante as lojas de reposição, no tocante ao não atingimento da vida útil antes do prazo da garantia do acumulador, quais os principais problemas encontrados pela assistência técnica e quais medidas podem ser tomadas para minimizar esse impacto.

A empresa objeto desse estudo, tradicional fabricante de acumuladores para carros, atuando no mercado a 60 anos, e fornecendo para montadoras como Ford, Fiat, Volkswagen, entrou no segmento de produção e comercialização de acumuladores para motos há 3 anos, estando ainda em desenvolvimento de processos e buscando a melhoria contínua de produtos.

Ressalte-se que os clientes manifestam suas preocupações nas lojas de reposição, requerendo assim estratégias e ações voltados a confiabilidade dos processos e qualidade dos produtos.

Diante desse contexto, faz-se necessário investigar os problemas encontrados em campo e com auxílio da metodologia de Manufatura de Classe Mundial (*World Class Manufacturing – WCM*) analisar qual a melhor abordagem para minimizar determinadas não conformidades?

## 1.1 Objetivos

### 1.1.1 Geral

De acordo com as informações apresentadas, este trabalho tem como objetivo geral determinar a estratégia e ações que previnam as não conformidades nos produtos, baseando-se na metodologia do WCM, e realizar um estudo das dificuldades e benefícios da implementação do Pilar de Qualidade.

### 1.1.2 Específicos

Os objetivos específicos deste trabalho é diagnosticar as não conformidades do processo de fabricação de acumuladores no segmento de motociclismo.

Apresentar a aplicação das ferramentas do WCM voltadas para a qualidade em conjunto com a realização do 1º *Step* do Pilar de Controle de Qualidade e quais ferramentas que foram utilizadas para nortear as decisões e ações.

## 1.2 Justificativa

Visto que existe desafios cada vez maiores por parte das montadoras automobilísticas, essas necessitam ter parcerias com fornecedores qualificados buscando atingir as exigências do consumidor final. Empresas de acumuladores de energia, por se enquadrarem nesse meio, e não só fornecendo peças para montadoras como também para o mercado de reposição precisam buscar metodologias para otimizar sua produção, garantindo um processo estável e a qualidade dos produtos. Além disso de acordo com a Federação Nacional de Veículos Automotores (Fenabrave) a previsão de venda no ano de 2018 é 6,5% maior que do ano passado, adquirindo só no primeiro trimestre um crescimento de 3,9% de acordo com a revista Auto Esporte (2018).

Desta maneira, o presente trabalho apresentará a aplicação da metodologia de manufatura de classe mundial, servindo de base de estudo para futuras abordagens realizadas pela empresa objeto em questão. Além disso, a aplicação desta metodologia na empresa trará uma maior estabilidade dentro do mercado, visto que o objetivo da manufatura de classe mundial é zerar os diversos tipos de perdas deixando a empresa mais competitiva. O estudo em questão ajuda a visualizar o ganho gerado a partir de cada ação realizada dentro da aplicação do Pilar de Controle de Qualidade e reforça ainda mais o potencial de crescimento da empresa que só em 2017 cresceu 18% de acordo com a Revista Algo Mais (2017).

Academicamente, este trabalho serve como exemplo da aplicação de uma metodologia ainda pouco estudada no país e principalmente durante o curso de Engenharia

Mecânica da UFPB , além reforçar a importância da manutenção de máquinas no sentido de zerar defeitos relacionados a qualidade do produto.

Profissionalmente, este trabalho serve como uma oportunidade de por em prática os conhecimentos obtidos na graduação e também adquirir novos conhecimentos, além da experiência de poder participar do crescimento de uma empresa grande porte.

## 2 Fundamentação Teórica

### 2.1 Manufatura de classe mundial

As indústrias de manufatura em geral e as indústrias automotivas em particular estão enfrentando desafios cada vez mais exigentes. A importância de uma parceria estratégica entre montadoras e suas fornecedoras se torna mais relevante enquanto a indústria automobilística se torna mundial. Em particular, para as montadoras que tem inovação e globalização como direcionadores e pilares. De fato, as aproximações futuras com parcerias tecnológicas, podem afetar mais e mais a competitividade das montadoras, particularmente aquelas que optam pela globalização. Com certeza, globalização adiciona degraus extra de complexidade para a atividade que já é complexa o suficiente. O problema é como achar o equilíbrio correto entre os vários níveis de especialização de uma empresa. É também essencial a padronização dos níveis de qualidade. Os fornecedores têm papel fundamental em tudo isso.

De fato, a manufatura de classe mundial (*world class manufacturing*) demanda fornecedores da classe mundial que possam participar do desenvolvimento de um produto e possam garantir que cada empresa a quem eles fornecem, recebem exatamente o mesmo componente da mesma qualidade. (TESTORE, 1998)

O termo *World Class Manufacturing -WCM* (Manufatura de Classe Mundial), foi pela primeira vez usado por Hayes e Wheelwright em 1984. Desde então, vários pesquisadores têm reforçado este conceito, adicionando novas práticas e ignorando outras. (FYNN et al. 1999).

WCM determina qual conjunto de atividades precisão ser realizadas através da identificação das necessidades para que as empresas possam competir globalmente. Além disso, WCM envolve muitos fatores sistematicamente relacionados ao desenvolvimento, como por exemplo: matérias primas, energia, maquinário, mão de obra e gerenciamento. Mais que isso, companhias de classe mundial otimizam as habilidades de seus colaboradores em resolução de problemas aplicando técnicas modernas e tradicionais de engenharia de processos.

De acordo com Hayes and Wheelwright (1984), WCM é composto por seis dimensões: mão de obra capacitada e hábil, competências em gerenciamento técnico, competir através da qualidade, mão de obra participativa, reconstrução da engenharia de produção e incrementar abordagens de melhoria.

Schonberger (1986) fornece uma lista de dezesseis princípios do WCM que se combinam em oito categorias: geral, design, operações, recursos humanos, melhoria em qualidade e processos, informação por operações e controle, capacitação, promoção e marketing.

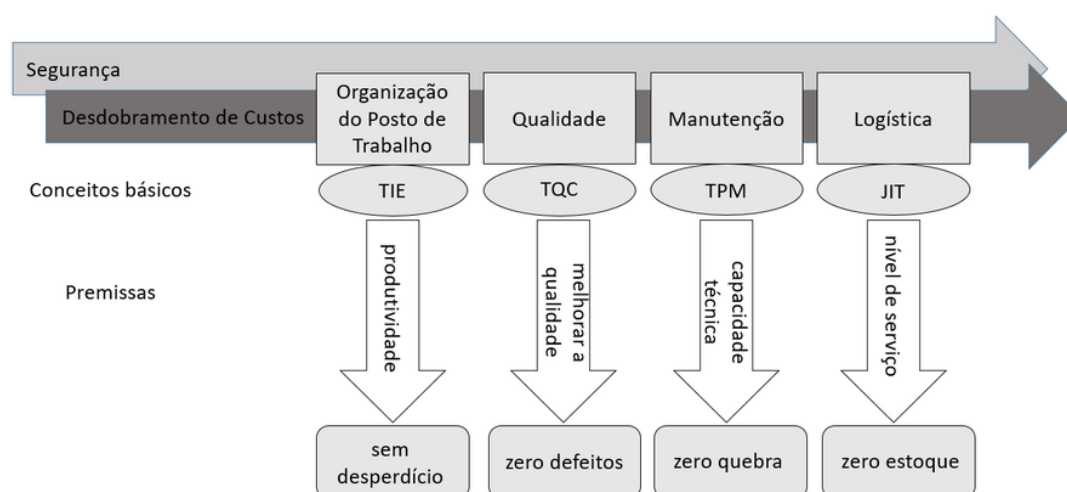


Schonberger (1987) usou isto para se referir as várias técnicas e tecnologias desenvolvidas para possibilitar que as companhias se igulassem a seus melhores competidores. Essas técnicas incluem por exemplo, *Just-in-time* (JIT), círculo de qualidade (QC), *Kanban*, planejamento de materiais necessários (MRP), sistema de manufatura flexível (FMS), desenho assistido por computador (CAD), manufatura assistida por computador (CAM), manufatura integrada ao computador (CIM), planejamento de recurso na manufatura (MRPII), controle total da qualidade (TQC), manutenção produtiva total (TPM), manutenção preventiva, TQM, engenharia simultânea, avaliação comparativa (*benchmarking*), manufatura inteligente, comércio eletrônico, reengenharia dos processos, (BPR) planejamento dos recursos da empresa, (ERP), troca de dados eletronicamente (EDI) e gerenciamento da cadeia de suprimentos. (Salaheldin 2007).

Pode-se dizer que WCM é um programa de renovação empresarial baseado na melhoria contínua dos padrões de produção e logística; e fundamentados nos desempenhos alcançados e métodos usados por companhias líderes globais. Quando reunida as experiências por tantos anos, estas empresas criaram a definição de *World Class Manufacturing*, atribuindo os seguintes conceitos:

- *Total Quality Control* (TQC);
- *Total Productive Maintenance* (TPM);
- *Total Industrial Engineering* (TIE);
- *Just in Time* (JIT);

A Figura 1 apresenta o sistema de premissas do WCM à serem preenchidas por um conceito em particular incluído nesse programa.



**Figura 1 – Conceitos do WCM - World Class Manufacturing – características e implementação em uma empresa automotiva**

Segundo Midor (2012), o WCM detecta e elimina perdas e seus custos resultantes. O desperdício é analisado, tem custo estimado e atribuído a um processo em particular. O resultado das análises conduzidas, mostram a maneira de intervenção. Os principais objetivos do WCM incluem:

- 1) Maximizar os resultados do sistema de produção dentro da estrutura dos programas de logística e de acordo com os objetivos de qualidade assumidos.
- 2) Fortalecer a competitividade através da evolução contínua dos sistemas de produção de forma a eliminar perdas em todos os processos. O escopo de zero desperdício inclui:
  - Zero acidentes;
  - Zero defeitos;
  - Zero quebras;
- 3) Habilidades de melhoria contínua, competência e conhecimento dos funcionários, que são necessários para resolver problemas usando métodos e ferramentas do WCM.

Metas ambiciosas do WCM que são atribuídas por uma empresa, requer uma mudança minuciosa não apenas na estrutura funcional da indústria, mas também na forma e maneira de gerenciar o processo produtivo.

O WCM é implementado por meio do processo de cascata. Se inicia por implementar o modelo em um grupo selecionado e gradualmente envolve mais e mais pessoas. Ao longo do processo de mudanças, os colaboradores devem perceber que suas atitudes estão sendo observadas.

Segundo Yamashina (2010, apud Borges, Oliveira e Oliveira, 2013) um dos principais difusores do WCM: “O sistema é muito simples, precisamos identificar qual é o problema, identificar qual é a sua perda, o método que será adotado e depois controlar os resultados. Esta é a base do WCM”.

De acordo com Cortes et al (2010, apud Borges, Oliveira e Oliveira, 2013) até atingir a configuração atual com os dez pilares, o WCM passou por inúmeras mudanças realizadas pela Associação Mundial do WCM (associação que engloba as empresas que aplicam esse programa).

Não há um método excepcional que assegure a existência da companhia no mercado atual. Existe sim, a necessidade de um sistema de gestão plena que fortaleça a habilidade humana em busca de sua total capacidade, na intenção de destacar sua

criatividade e operosidade, para se utilizar corretamente instalações e maquinário, e eliminar todo o desperdício. (Ohno 1997)

Para Paddock (1993), o termo “Fabricação de Classe Mundial” (WCM) é usado para descrever os melhores fabricantes do mundo e de acordo com a autora as empresas passaram a visualizar a manufatura como arma estratégica.

O WCM usa 7 ferramentas de melhoria, listadas abaixo, que servem como base de toda a metodologia e garante uma sistemática de trabalho. (MOURA)

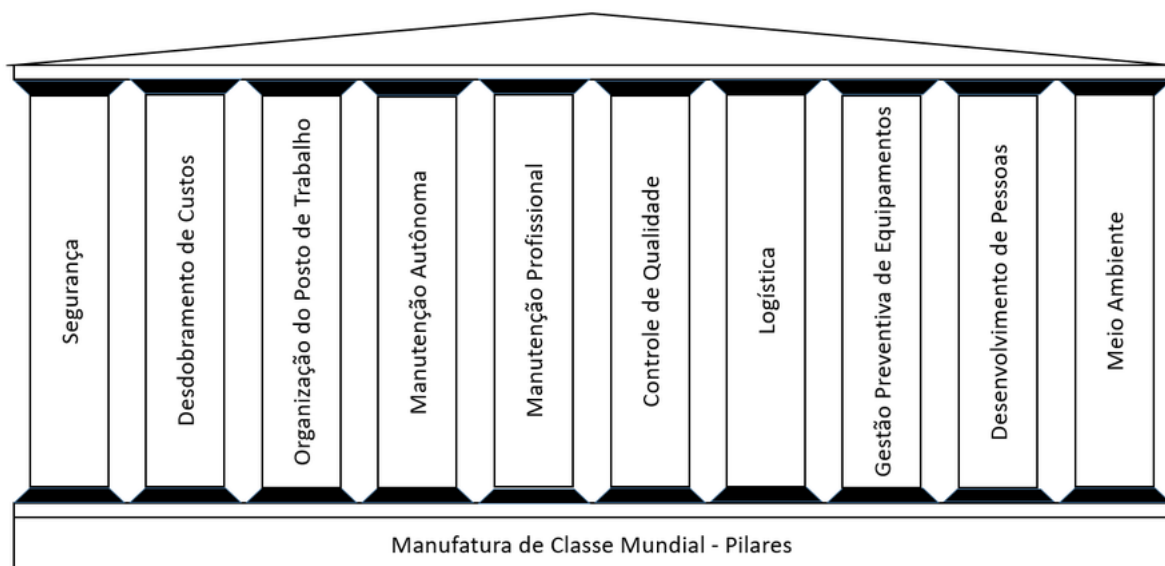
- 1) Priorização: É usado um gráfico de Pareto que relaciona as não conformidades e qual seu impacto no todo, servindo como um guia de orientação dos projetos de melhoria contínua, trabalhados em formato de *kaizen*. Os pilares que servem de *input* para priorização de um problema são os pilares de Desdobramento de Custos, com a Matriz C, Pilar de Qualidade, com a Matriz QA e O Pilar de Segurança com a Matriz S;
- 2) Sistemática e objetivos: É usado a metodologia *Kaizen*. O projeto pode se enquadrar em um dos quatro grupos. São eles: *Quick kaizen*, utilizado para resolução simples e rápida dos problemas. *Standart kaizen*, utilizado para resolver problemas crônicos simples, ligados ao dia-a-dia. É bastante utilizado nos pilares de Manutenção Autônoma, Organização do Posto de Trabalho, Manutenção Profissional e Controle de Qualidade. Os ganhos dos projetos são monitorados em indicadores e validados pelo pilar de Desdobramento de Custos. *Major Kaizen*, utilizado para resolver problemas crônicos mais complexos, requerendo uma análise mais detalhada do processo e utilização de ferramentas robustas. Por último o *Advanced Kaizen* que é utilizado para resolver problemas crônicos que afetam performance e rendimento, e busca restauração ou melhoria de sistemas complexos. *Kaizen* é uma palavra de origem japonesa com o significado de melhoria contínua, gradual ou na vida em geral. A metodologia segue a lógica do ciclo PDCA. O projeto é dividido nas etapas de 1 – planejamento (seleção do problema, entendimento da situação, planejamento das atividades, análise das causas) 2 – execução (estudar e implementar as contramedidas), 3 – análise (checar os resultados) e 4 – ação para padronização (padronização e registrar métodos de controle);
- 3) Descrição do problema com esquemas: desenhar esquemas requer um melhor entendimento e detalhamento do problema;
- 4) Compreensão da situação atual: são utilizadas ferramentas como 5G e 5W1H para ajudar na clarificação do problema. O 5G descreve e analisa um fenômeno. Também de origem japonesa os G's são provenientes das seguintes palavras:

Gemba (ir à área), Gembutsu (examinar o fenômeno), Genjitsu (verificar fatos e dados), Genri (seguir a teoria) e Gensoku (padronização). Enquanto que a ferramenta 5W1H vem do inglês, *what, when, where, who, which* e *how*, que significa o que, quando, onde, quem, qual e como;

- 5) Entendimento do fenômeno com desenho: descrição através de desenhos é mais rápido e fácil para o entendimento do fenômeno, assim como no problema;
- 6) Análise da causa raiz: descobrir a origem do problema através da ferramenta dos 5 porquês e 4M. São ferramentas usadas na fase de planejamento do ciclo PDCA. Os 5 porquês determinam a relação entre variadas causas de um problema. Já o 4M, é um diagrama de causa-efeito muito simples e bastante utilizada em qualidade. Trata-se de uma ferramenta que permite a identificação e análise das potenciais causas de variação do processo ou da ocorrência de um fenômeno, bem assim como a forma como essas causas interagem entre si. A ferramenta apresenta as causas de um problema em forma de espinha de peixe e é categorizada em 4M's: método, mão de obra, materiais e máquinas. Com a utilização de causa e efeito é possível determinar as causas dos problemas para atacá-los da melhor forma possível. Em resumo, a ferramenta separa em grupos todas as causas que podem estar gerando o problema em questão.;
- 7) TWTP/HERCA: TWTP (*The Way To Teach People*) A maneira de ensinar as pessoas, e HERCA (*Human Error Root Cause Analysis*) Análise da causa raiz do erro humano, são ferramentas utilizadas para analisar causa raiz causada pelo homem. Levando em consideração falta de conhecimento, fraqueza do processo, problemas técnicos, desatenção, esquecimento, atitude, comportamento e problemas pessoais;

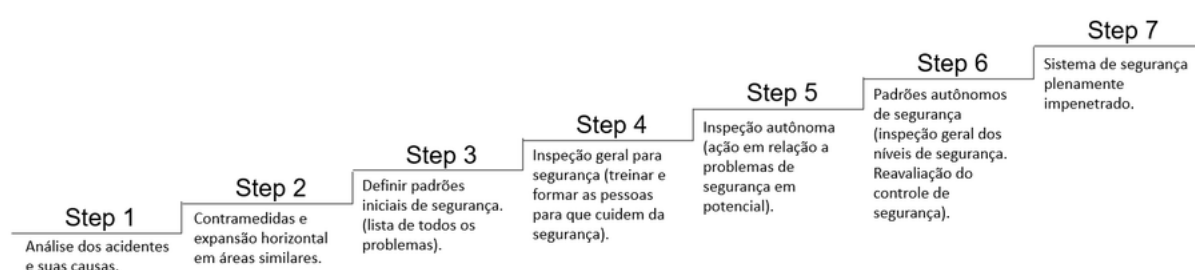
Além disso a metodologia do WCM é baseada em dez pilares onde cada um deles segue uma lógica de implantação baseada em 7 *steps*. (KATARZYNA 2012). (Figura 2)

- Pilar de Segurança (Safety);
- Desdobramento de Custos (Cost Deployment);
- Melhoria Focada (Focused Improvement);
- Controle de Qualidade Quality Control);
- Organização do Posto de Trabalho (Workplace Organization);
- Manutenção Profissional (Professional Maintenance);
- Logística (Logistics);
- Gestão Preventiva de Equipamentos (Early Equipment Management);
- Desenvolvimento de Pessoas; (People Development);
- Meio Ambiente (Enviroment);



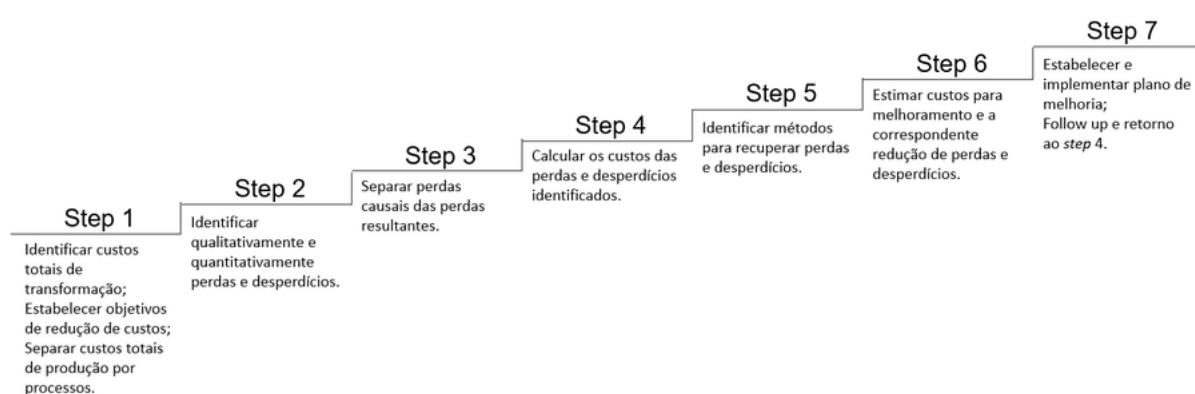
**Figura 2 – Pilares do WCM**

O Pilar Segurança tem como objetivo a melhoria contínua do ambiente de trabalho, eliminando as condições e comportamentos que podem ocasionar lesões e ou incidentes. A prevenção de acidentes se dá pela observação e análise detalhada de causas que geraram acidentes ou de situações de risco que geram os quase acidentes. Para ilustrar o pilar e facilitar o entendimento cabe observar a sequência de implementação conforme o da Acumuladores Moura (Figura 3):



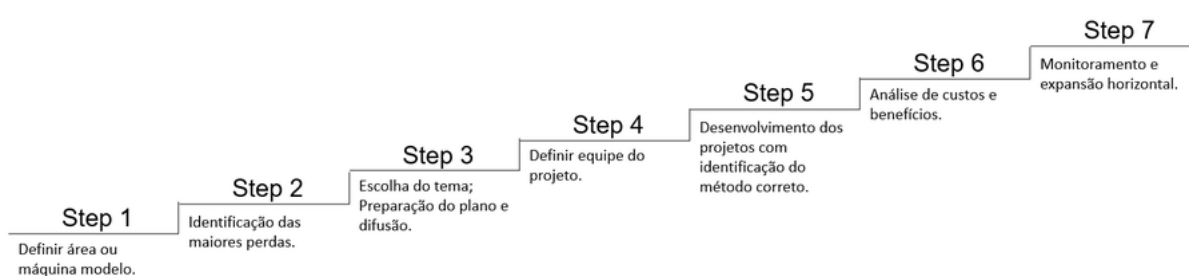
**Figura 3 – Implementação do Pilar de Segurança**

O Pilar Desdobramento de Custos tem como objetivo modernizar o sistema de Administração e Controle das fábricas. Converte as perdas tais como: hora de retrabalho, KWh de energia, peça refugadas, falta de material; em valor monetário. Sequência de implementação (Figura 4):



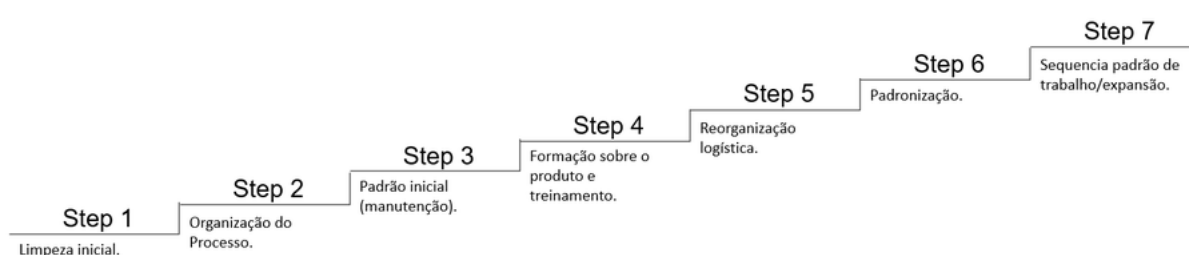
**Figura 4 – Implementação do Pilar de Desdobramento de Custos**

O Pilar de Melhoria Focada visa a melhoria de uma operação, através da realização de projetos que resultarão em uma redução de custos tendo um grande impacto no orçamento da fábrica. Esses projetos são realizados com base nas perdas apontadas pelos pilares de Desdobramento de Custos, Qualidade e Segurança. Sequência de implementação (Figura 5):



**Figura 5 – Implementação do Pilar de Melhoria Focada**

O Pilar de Organização do Posto de Trabalho procura melhorar a forma de realizar a atividade, levando em conta, por exemplo, a ergonomia e padronização do processo, visando aumentar a produtividade e eliminar atividades de valor não agregado. Que podem ser vistas como atividades que o cliente não estaria disposto a pagar. Sequência de implementação (Figura 6):

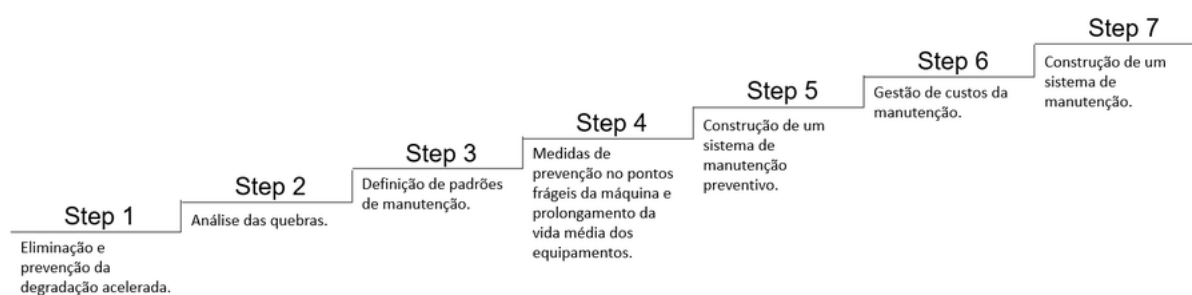


**Figura 6 – Implementação do Pilar de Organização do Posto de Trabalho**

Dentro da manutenção pode-se destacar os pilares de Manutenção Autônoma e Manutenção Profissional. O primeiro com o principal objetivo de reduzir de quebras em máquinas devido a condições básicas ou por falha de manutenção. Busca realizar atividades no dia-a-dia que garantam a conservação da máquina, como atividades de limpeza, inspeção, lubrificação e reaperto. Sequência de implementação (Figura 7) O segundo busca construir um sistema de manutenção planejada baseada no tempo ou condição ideal do equipamento para garantir a melhoria contínua da disponibilidade da máquina e redução dos custos de manutenção. Sequência de implementação (Figura 8)

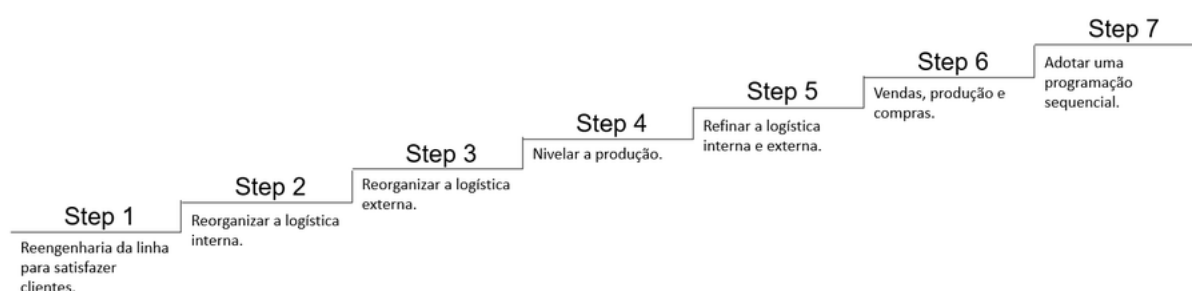


**Figura 7 – Implementação do Pilar de Manutenção Autônoma**



**Figura 8 – Implementação do Pilar de Manutenção Profissional**

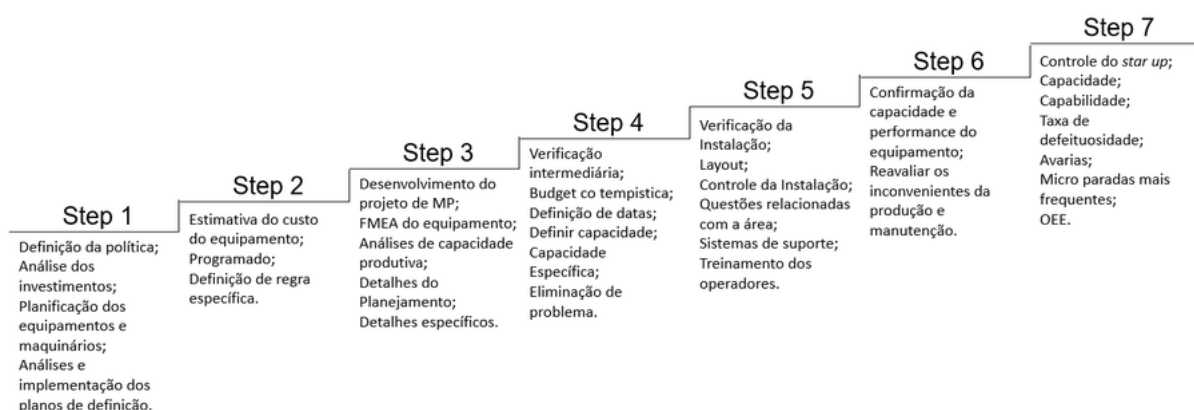
O Pilar de Logística tem como base o conceito JIT (*Just in Time*). Sendo assim, busca a satisfação do cliente final, assegurando a entrega dos produtos no momento exato e com a qualidade esperada. O sistema assegura que o cliente irá receber o produto correto, na hora e na quantidade exigida. Para isso é importante o alinhamento entre setores de venda e produção para que se obtenha um fluxo contínuo, sem estoques intermediários. Sequência de implementação (Figura 9):



**Figura 9 – Implementação do Pilar de Logística**

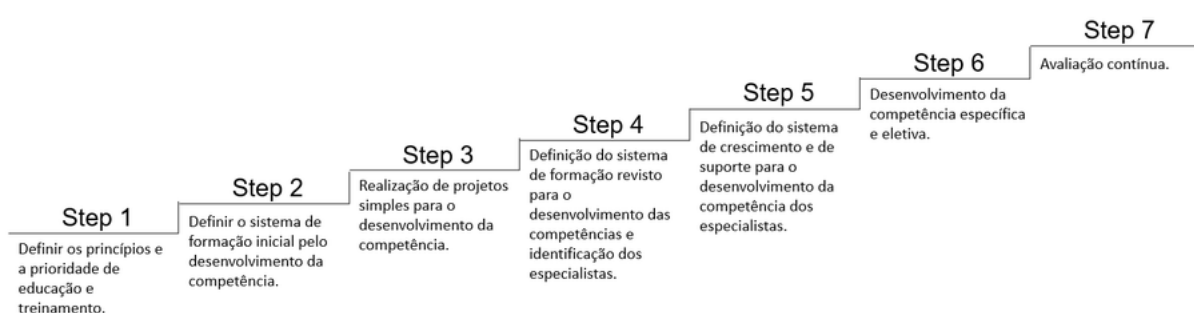
O Pilar de Gestão Preventiva de Equipamentos segundo Yamashina (2009) desenvolve uma estreita colaboração entre Departamento de Tecnologia, Engenharia do Produto, entre os fornecedores dos maquinários e os que irão usá-las na produção. Cria uma lista de verificação na fase de projetos com a finalidade de fornecer máquinas que garantam zero defeito; custo mínimo do equipamento; reduzir tempo de construção do equipamento; atendendo requisitos de flexibilidade; visando a segurança; a mínima movimentação; a facilidade da operação; confiabilidade e manutenibilidade; sem poluir o meio ambiente. Sequência de implementação (Figura 10):





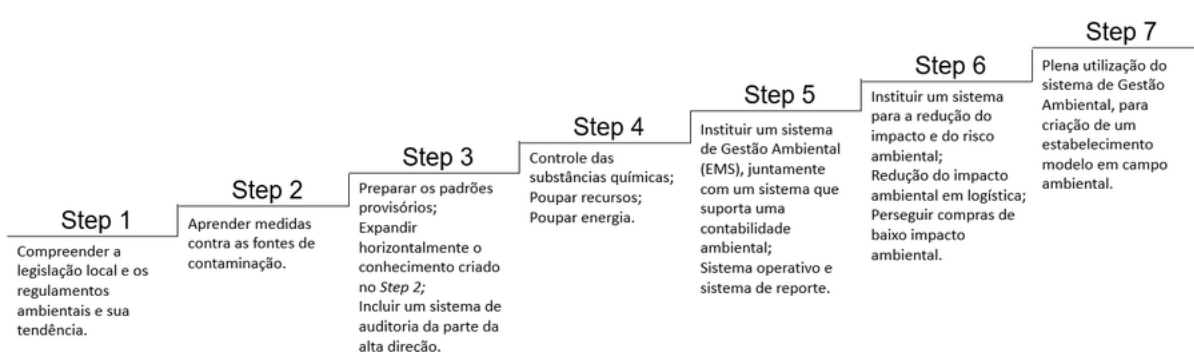
**Figura 10 – Implementação do Pilar de Gestão Preventiva de Equipamentos**

O Pilar Desenvolvimento de Pessoas busca consolidar um sistema que possibilite desenvolver as competências dos colaboradores visando redução de perdas no processo através da identificação das causas que as pessoas levam a cometerem erros. Sequência de implementação (Figura 11):



**Figura 11 – Implementação do Pilar de Desenvolvimento de Pessoas**

O Pilar de Meio Ambiente garante o atendimento às legislações de meio ambiente. Reduz riscos de impacto ambiental, direcionado pelo ambiente de classe mundial de zero emissão e visando fortalecer a imagem da instituição diante dos colaboradores. Sequência de implementação (Figura 12):



**Figura 12 – Implementação do Pilar de Meio Ambiente**

Após apresentação destes pilares, será abordado mais detalhadamente o pilar de qualidade por ter sido o foco principal deste estudo.

## **2.2 Pilar Controle de Qualidade**

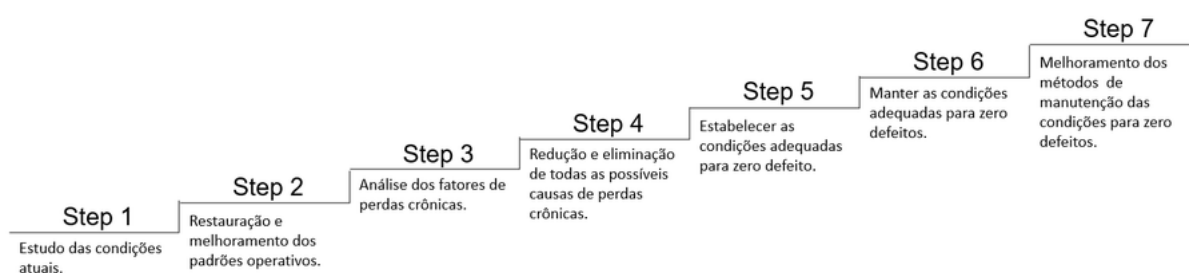
Para Midor (2012) a noção de qualidade acompanha o ser humano no dia-a-dia. Quando se pensa em qualidade, o consumidor tem em mente inúmeros atributos de qualidade ao produto, como por exemplo, o conforto no uso, funcionalidade, durabilidade, estética, custo benefício, segurança e cada vez mais frequentemente produtos ecológicos. Por essa razão, empresas contemporâneas que desejam abater seus competidores no mercado global, devem oferecer serviços e bens que preenchem os requisitos de qualidade dos seus clientes. Para isso a qualidade deve ser atribuída principalmente entre os processos de manufatura de um certo produto.

Segundo Yamashina (2009), para desenvolver produtos que sejam referência no mercado é necessário a conscientização sobre a importância da qualidade na atividade de todos. Como todo processo está sujeito a variações com o passar do tempo e para que a produção prossiga em perfeita harmonia, é essencial que exista um acompanhamento constante através da análise detalhada dos produtos. (apud Borges et al. 2013)

Para Yamashina (2009), conforme citado por Borges & Oliveira (2013), o foco do programa WCM dentro do sistema de gestão da qualidade busca eliminar as operações de inspeção em produtos acabados, visto que o processo deve ser capaz de produzir somente peças que atendam as especificações.

Segundo Yamashina (2010, apud Borges & Oliveira, 2013), para evitar a produção de peças não conformes, a empresa deve definir claramente as características específicas dos produtos e dos componentes. A não conformidade de um produto requer respostas rápidas, pois suas ocorrências impactam na diminuição do volume produtivo, causando a insatisfação do cliente, resultando em desperdícios de material, de energia e tempo. Para o autor as empresas estão gastando mais recursos financeiros em retrabalhos do que na prevenção de produção de peças não conformes.

Sendo assim o objetivo do pilar de qualidade é obter o zero defeito e assim como os demais pilares o Pilar Controle de Qualidade tem implementação através de sete passos. Sequência de Implementação:



**Figura 13 – Implementação do Pilar Controle de Qualidade**

Para aplicação do pilar é necessário entender que a qualidade deve ser vista sob a ótica do cliente. Para isso existem os dez pontos de vista de *Quality Control*. (MOURA)

- 1) Qualidade em Primeiro Lugar: significa implementar e controlar os processos para eliminar os defeitos e criar produtos que funcionem do jeito mais próximo à perfeição.
- 2) Orientação para o Cliente: desejo de construir bens e serviços que os clientes desejam e que eles ficarão satisfeitos em comprar.
- 3) O próximo processo é seu cliente: considerar o próximo processo como seu cliente e passar adiante apenas produtos sem defeitos.
- 4) Atitude PDCA: usar o PDCA como recurso, refletindo sobre os resultados alcançados e introduzindo melhorias no modo de fazer as coisas.
- 5) Consciência de prioridade: apontar e atacar os problemas cuja solução irá resultar em melhorias significativas. Focar nos problemas com o maior retorno financeiro.
- 6) Administração por fatos: utilizar os fatos para resolver problemas e não se basear apenas na experiência ou intuição.
- 7) Controle de Processo: controlar o processo de trabalho ao invés de seus resultados.
- 8) Controle da Dispersão: compreender, procurar as causas e reduzir a dispersão dentro dos limites aceitáveis. Mantendo o processo em um estado de estabilidade.
- 9) Prevenção de Recorrência: Estabelecer contramedidas radicais para garantir que o mesmo erro não se repita.
- 10) Padronização: construir e utilizar padrões para os materiais e os métodos de trabalho.

Assim como o WCM tem suas sete ferramentas básicas, cada pilar dentro da metodologia tem disponível várias ferramentas para auxiliar a implementação, e que devem ser usadas de acordo com o problema.

### 2.2.1 Ferramentas do Pilar Controle de Qualidade

Dentro da priorização é usada a Matriz QA que é uma ferramenta usada para identificar as relações no local entre o problema de qualidade e a fase do processo na qual o problema surge. Semelhante a ferramenta de Análise de Modo e Efeito de Falha (FMEA) a Matriz QA tem o índice de prioridade baseado na frequência, custos, gravidade e detecção. O índice é dado pela multiplicação destes indicadores. A Matriz Q.A é a principal ferramenta do Pilar Controle de Qualidade do WCM e com ela torna-se possível evidenciar as correlações existentes entre as anomalias que surgem no produto e as fases do processo onde os problemas são gerados.

Outra ferramenta bastante utilizada é o método de Ishikawa (espinha de peixe ou apenas 4M). O 4M permite agrupar as não conformidades através da identificação de suas causas. Sendo assim a classificação se dá entre as categorias de Mão de Obra, Material, Máquina ou Método.

Após desenvolvimento da Matriz QA e a classificação das não conformidades pode-se optar pela abordagem focada seguindo os passos do PDCA (*plan, do, check, act*) e registrando o trabalho em forma de *kaizens*, ou optar pela abordagem sistêmica onde cada categoria necessita de uma abordagem e ferramentas específicas, sendo a abordagem do M-Máquina igual aos sete passos para implementação do Pilar de Controle de Qualidade.

Outras ferramentas utilizadas dentro do pilar são: **5G** (*gemba, gembutsu, genjitsu, genri, gensoku*), que é um método utilizado para descrever e analisar problemas baseado na observação dos fatos e o uso dos sentidos, **5W1H** (o que?, quando?, onde?, quem?, qual?, como?), que ajuda a orientar a análise a fim de não perder nenhum aspecto da descrição do fenômeno e **5 perguntas para 0 defeitos** que acompanha a evolução geral da robustez do processo.

## 3 Procedimentos Metodológicos

### 3.1 Estudo de Caso

Para atingir o propósito do trabalho, foi realizada uma pesquisa exploratória pois ela permite maior interação entre o pesquisador e o tema pesquisado. Por ser uma pesquisa com dados reais e bem específica, é válido dizer que ela assume formato de estudo de caso, onde para o tema em questão o estudo passa a ser da implantação do Pilar de Qualidade numa empresa de acumuladores de energia.

### 3.2 Caracterização da empresa em estudo

O estudo foi iniciado em outubro de 2017 em uma das doze unidades pertencentes à empresa do setor automotivo e industrial, situada no interior de Pernambuco. A empresa é fornecedora de acumuladores de energia para as principais montadoras de automóveis existentes no Brasil, além de atender ao mercado de reposição e o fornecimento de baterias industriais tracionárias e estacionárias.

### 3.3 Produtos e processos estudados

O produto foco deste estudo, é a bateria para motos destinada ao mercado de reposição, seu processo de montagem e os pontos que são críticos para a qualidade. A bateria é composta placas dispostas entre positivas e negativas, separadas por um material não condutor de fibra de vidro, que tem como objetivo evitar passagem de corrente elétrica entre as placas de diferentes polaridades. Na máquina de solda C.O.S (*Cast on Straps*) as placas de mesma polaridade são unidas através do *strap* e após essa união, damos ao conjunto o nome de bloco. Os blocos são alocados dentro de uma caixa plástica, e agora na máquina Intercell, são conectados entre si por uma solda *intercell*. Por último, a bateria recebe a tampa, finalizando assim o processo de montagem e estando pronta para o recebimento do eletrólito. Na figura 14 é possível visualizar uma representação esquemática de uma bateria chumbo-ácido.

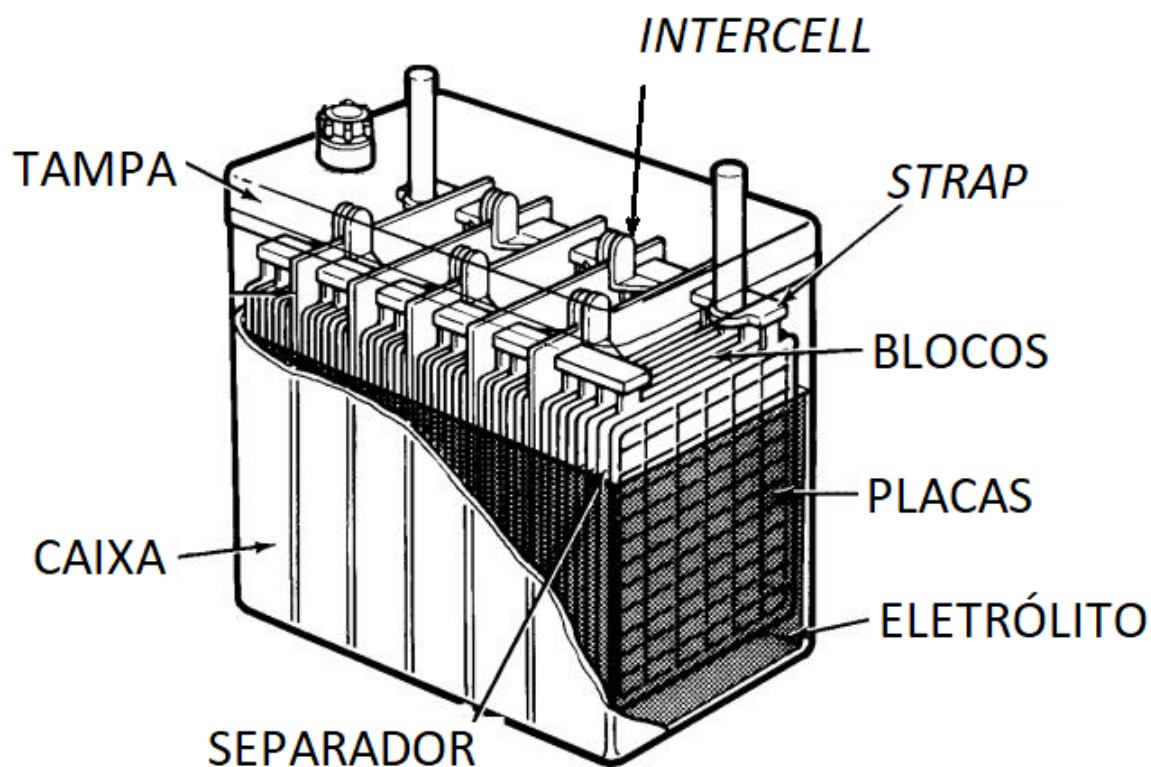


Figura 14 – Esquema de uma bateria chumbo-ácido

### 3.4 Coleta de dados

Os dados analisados para a conclusão dos objetivos específicos, foram coletados dos registros internos da empresa. Para definir área de implementação do Pilar Controle de Qualidade, foram considerados as informações de não conformidades encontradas em campo, os custos decorrentes de refugos existentes durante o processo de fabricação de um acumulador de energia e dados da Matriz Q.A para reforçar a tomada de decisão referente aos defeitos relacionados a qualidade.

## 4 Resultados

### 4.1 Diagnóstico e priorização da conformidade do processo de fabricação de acumuladores no segmento automotor

- Informações de não conformidades encontradas em campo

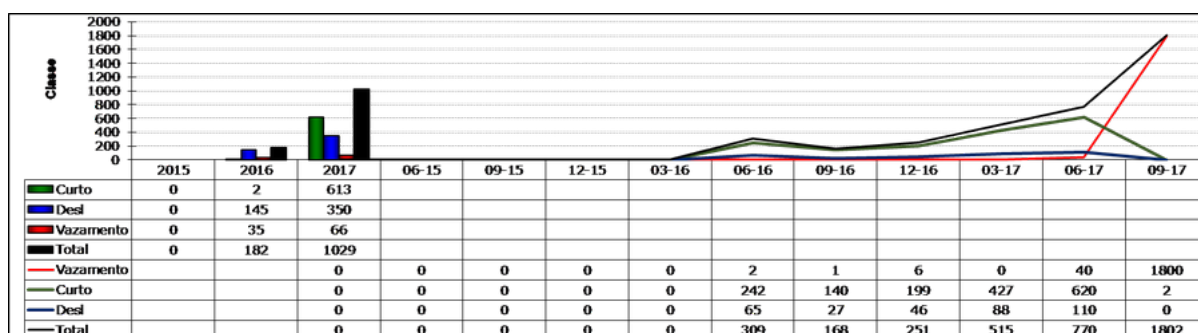


Figura 15 – Não conformidade em baterias de 5 ampere

Fonte: Dados de Pesquisa (2017)

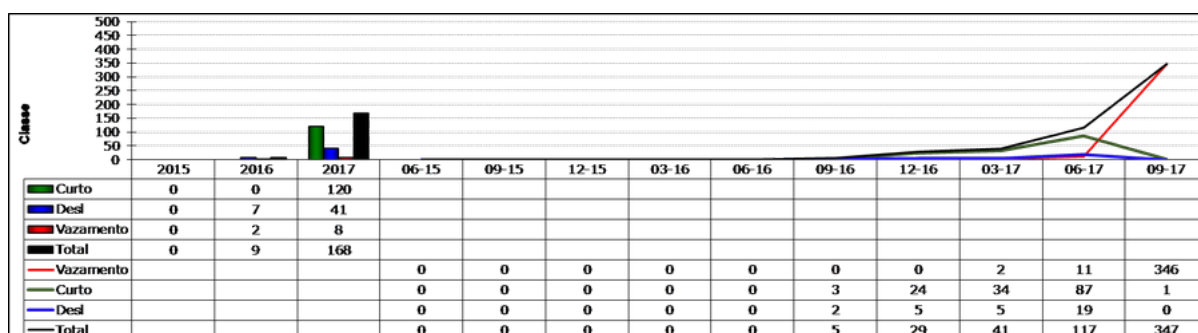


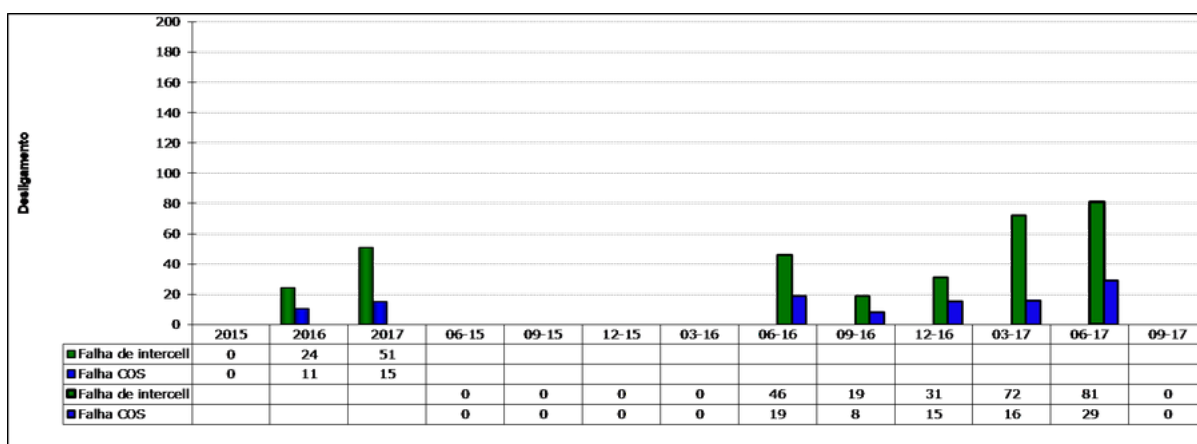
Figura 16 – Não conformidade em baterias de 6 ampere

Fonte: Dados de Pesquisa (2017)

A partir destes dados, levantados pela equipe de assistência técnica, podemos visualizar de forma macro três ocorrências de não conformidades em baterias encontradas no campo. O curto é dado quando a bateria, por algum motivo, perde vida útil antes do tempo e de alguma forma a corrente está sendo perdida através do contato entre placas positivas e negativas. O desligado é apresentado quando a bateria simplesmente perde toda a tensão e ao se medir com auxílio de multímetro o valor encontrado é zero volt. Vazamento é uma conformidade caracterizada por uma selagem não eficiente causando interação entre o interior da bateria e o meio externo.

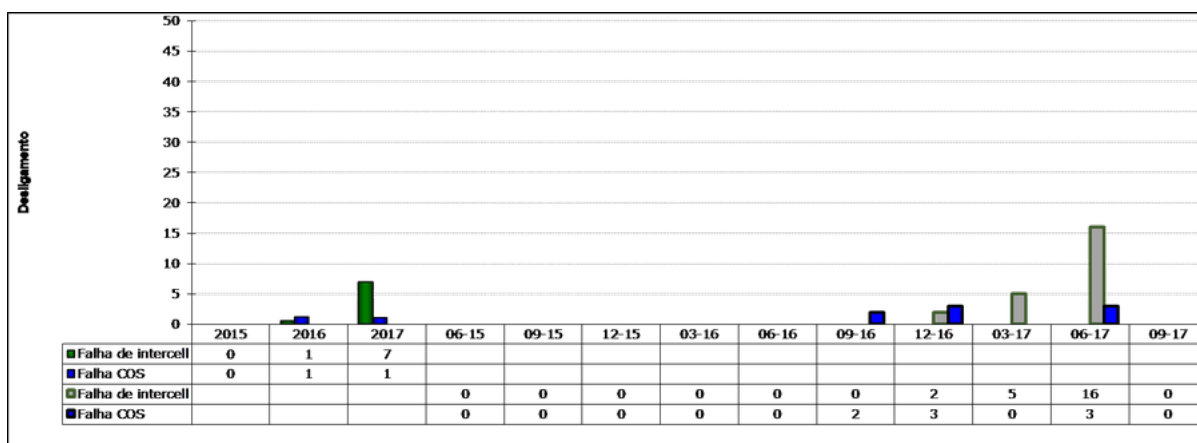
Foi decidido de forma estratégica trabalhar na não conformidade de desligamento descrita como Desl. e que no gráfico aparece na cor azul. Sendo assim, foi

realizada a estratificação destas ocorrências de desligamento para obtenção de informações mais detalhadas gerando assim os dados encontrados abaixo:



**Figura 17 – Motivos de desligamento em baterias de 5 ampere**

Fonte: Dados de Pesquisa (2017)



**Figura 18 – Motivos de desligamento em baterias de 6 ampere**

Fonte: Dados de Pesquisa (2017)

Nesta etapa, foi de extrema importância o suporte dado pelo setor de assistência técnica. Local onde as anomalias foram analisadas e os dados foram coletados. As baterias que retornaram do campo, sejam baterias que já se encontravam no consumidor final, nos estoques de distribuição ou nas lojas de reposição, são abertas a cada 3 meses e é feito um levantamento das não conformidades. Após estratificação das não conformidades macro, foi verificada anomalias mais específicas que poderiam ser atribuídas a determinada etapa do processo. Falha de intercell, que gera o desligamento entre os blocos, e falha de COS, que gera o desligamento das placas de mesma polaridade, são provenientes de um mesmo setor e são ocorrências geradas por máquinas subsequentes.



Um outro passo tomado para tomada de decisão e escolha da área modelo (área da fábrica onde seria aplicado o pilar controle de qualidade) foi a utilização do trabalho realizado pelo Pilar de Custos, afim de levantar os gastos com refugo em todo o processo de produção. Os dados obtidos ajudaram a entender a dimensão das perdas que ocorriam por setor e também por equipamento.

- Análise dos custos dos processos que ocorrem nos setores durante a produção de uma bateria (Figura 19);

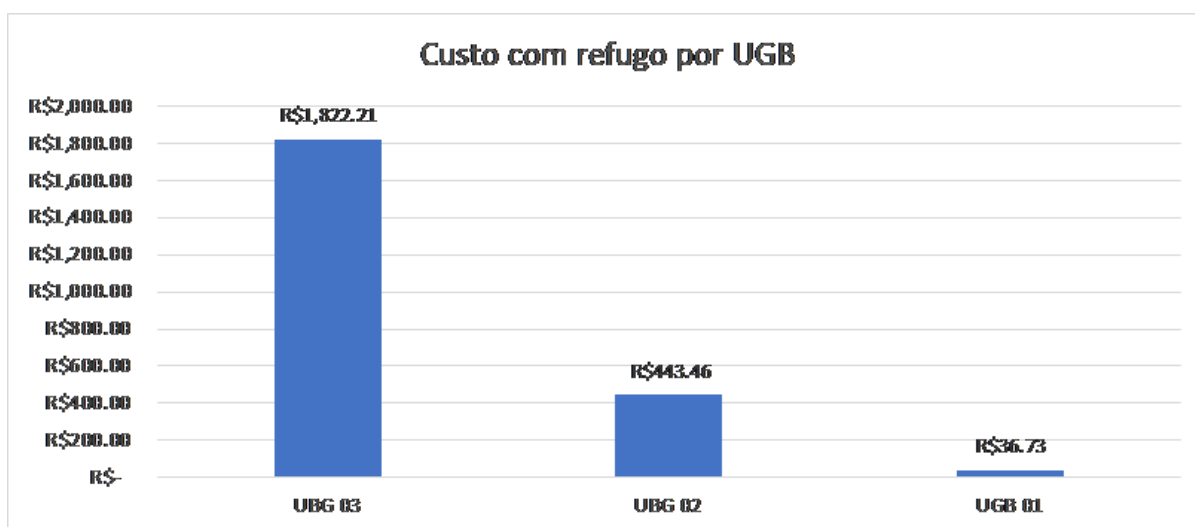


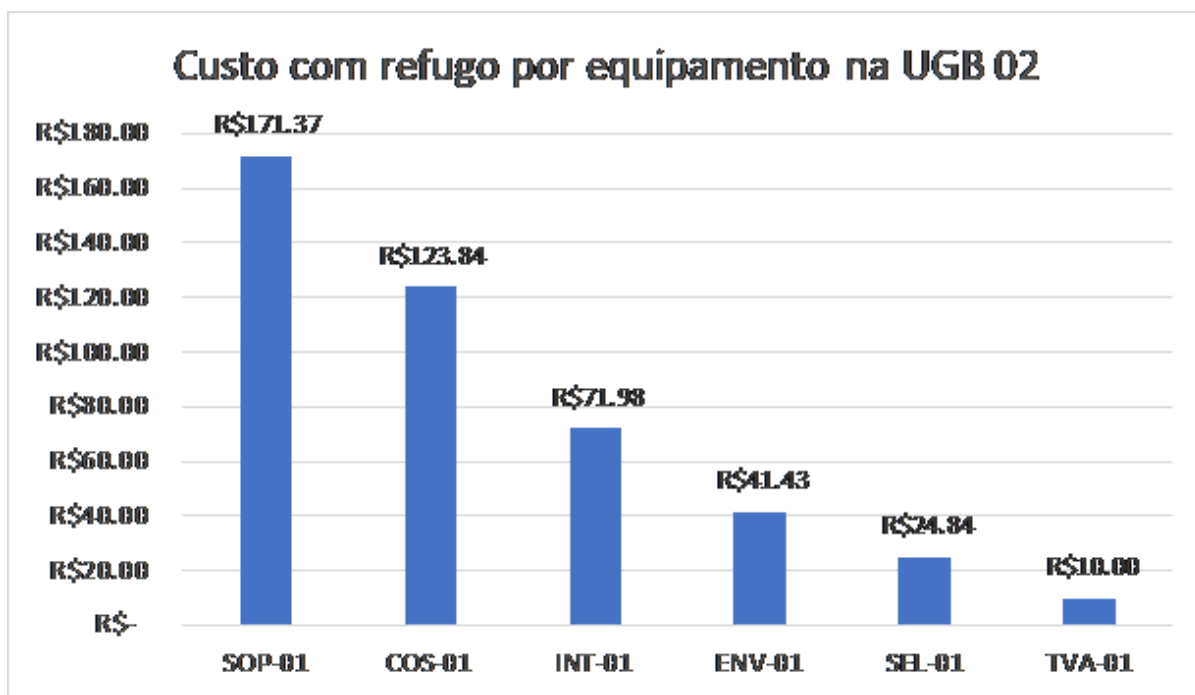
Figura 19 – Custo com refugo por setores

Fonte: Dados de Pesquisa (2017)

Após levantamento do Pilar de Custos, podemos perceber que o setor com maior custo com refugo é a Unidade de Gerenciamento Básico 03 (UGB-03). Isso ocorre pois quanto mais o produto avança no processo, mais custo de transformação é agregado ao mesmo. Além disso a UGB-03 é o último setor produtivo da empresa, sendo assim as não conformidades de outros setores encontradas apenas, após passar pelos testes existentes neste local.

Como os problemas encontrados em campo são provenientes da UGB-02, foi necessária nova estratificação, dividindo os custos do setor entre os custos com refugo em cada equipamento.

- Estratificação dos custos da UGB-02 (Figura 20);



**Figura 20 – Custo com refugo na UGB 02**

Fonte: Dados de Pesquisa (2017)

- SOP - Solda Poste;
- C.O.S - Solda dos Straps;
- INT - Solda Intercell;
- ENV - Envelopamento;
- SEL - Seladora de Tampa e Caixa;
- TVA - Teste de Vazamento.

Por último foi analisada a Matriz Q.A exemplificava abaixo (Figura 21) para levantar os defeitos mais apontados durante o processo, sendo atribuídos pesos para gravidade, frequência, custo e detectibilidade de acordo com a tabela abaixo.

- Exemplificação da Matriz Q.A;

Nº Item	Problemas de Não-Qualidade							Frequência	Custo	Detectabilidade										Ponderação	USB 01					USB 2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
	Processo	Defeito	Descrição da anomalia	S	S	S	S			Classificação	Classificação	Classificação	Detecção										Materia	Empacotamento	Fritado de grãos	Bateria	Acabamento de placa metá			Montagem metá																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
													A	B	C	D	E	F	G		H	I					J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
1	Empacotamento	Orla da capa	Orla da placa não de massa	1				40000	5	Seminalar / Faltas	1	4	1	2							60																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												

Figura 21 – Matriz Q.A

A matriz QA foi preenchida através de apontamentos realizados em um formulário (Anexo A) para identificação das não conformidades em cada posto de trabalho.

- Tabela de critérios da Matriz Q.A (Figura 22);

GRAVIDADE		FREQUÊNCIA (ppm)		CUSTO		Detectibilidade							
10	Afeta aspectos de segurança / legais.	5	Acima de 617500	15	Bateria no cliente	INTERNO				EXTERNO			
4	Afeta função primária/fixação/montabilidade/aplicação (impede uso).	4	De 401376 a 617500	4	Bateria acabada	UGB 01	UGB 02	UGB 03	UGB 04	Retrabalho no cliente	Descarte no Cliente	Bloqueio de Pátio/Campanha	Defeito em Garantia
3	Desconforto ou insatisfação do cliente (mas permite uso do produto).	3	De 154376 a 401375	3	Bateria formada								
1	Pouco relevante (item não percebido pelo cliente).	2	De 61751 a 154375	2	Bateria crua								
		1	Até 61750	1	Semielabor./ Retrab.								

Figura 22 – Tabela de critérios da Matriz Q.A

Fonte: Dados de Pesquisa (2017)

- Análise do Pareto das 10 primeiras não conformidades percebidas pela Matriz QA (Figura 23);

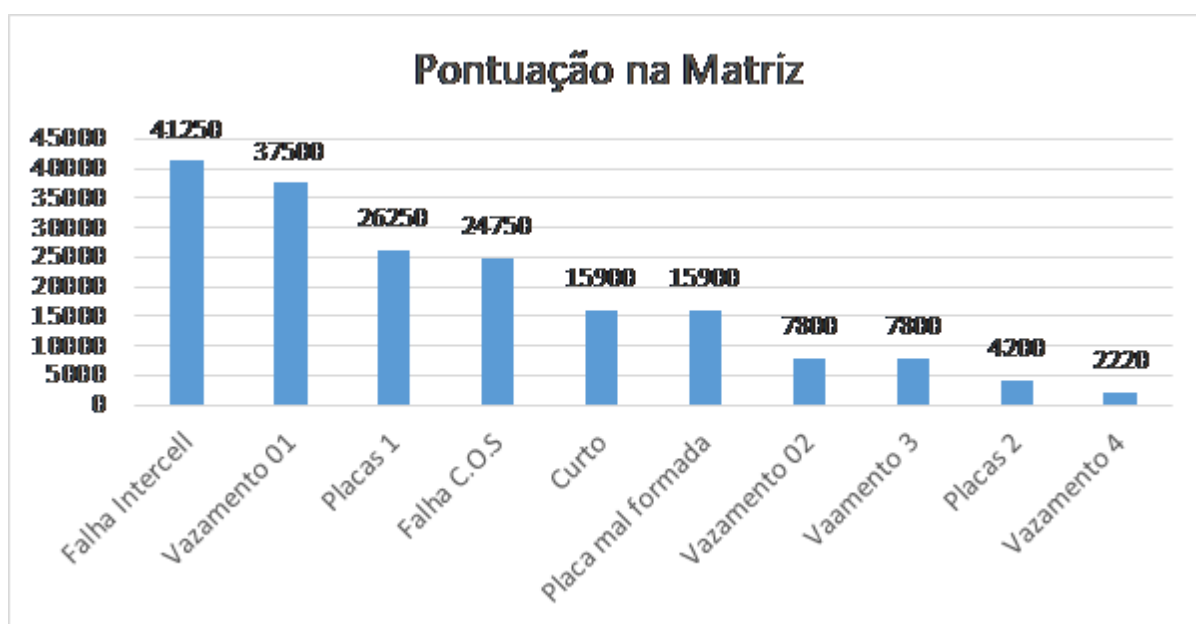


Figura 23 – Pareto - Matriz Q.A

Após analisar os dados vindos da assistência técnica, os dados levantados pelo Pilar Desdobramento de Custos e Matriz Q.C, foi possível evidenciar que máquina Intercell está em primeiro lugar nos desligamentos e também em primeiro lugar nas não conformidades apontadas em fábrica. Já a máquina C.O.S é responsável pelo segundo maior gasto com refugo do setor no qual se encontra e quarto lugar entre as não conformidades dentre as dez que mais são pontuadas no quesito de qualidade.

## 4.2 Aplicação da Metodologia WCM

Com base nessas informações e pondo em prática a ferramenta de priorização do WCM foi realizada, na máquina de Intercell, uma semana kaizen voltada para abertura de melhorias que impactassem no aumento da qualidade e o lançamento de uma área modelo, na máquina C.O.S para aplicação do 1º step do Pilar Controle de Qualidade. A ideia da aplicação da metodologia do WCM na máquina C.O.S é fortalecida ao perceber que essa é uma máquina com a segunda maior não conformidade encontrada em campo, segundo maior custo com refugo e quarta maior pontuação no ranking da Matriz Q.A.

## 4.3 Semana Kaizen

A semana kaizen foi realizada durante a segunda semana do mês de novembro do ano de 2017 e foi utilizado um formulário (Anexo B) para realizar o levantamento dos pontos existentes na máquina que poderiam ou não causar problemas relacionados

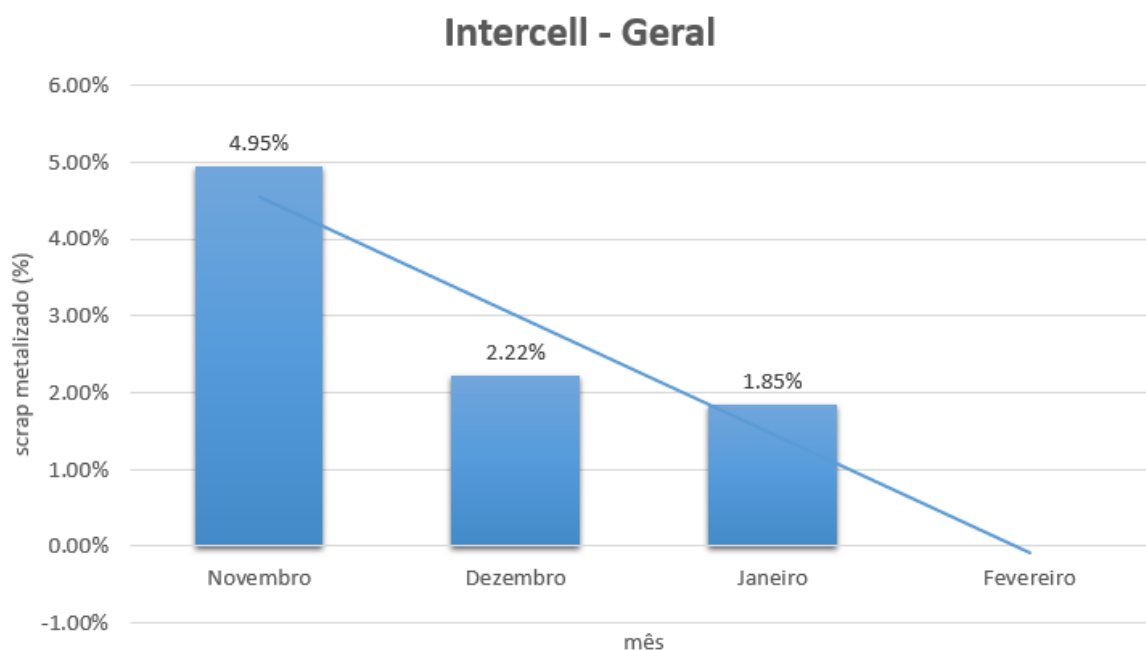
na qualidade. A partir deste levantamento, foi atribuído OK para os subconjuntos não evidenciados como possíveis causas da anomalia e KO para os subconjuntos evidenciados como possíveis causas de anomalia. (Figura 24)

ITEM	DEFEITO	MODO DE FALHA	CONJUNTO	SUB-CONJUNTO	CONDIÇÃO ATUAL	ATIVIDADE DE RESTAURAÇÃO / RETROFITTING	QUEM
1	Defeito 1	Modo de Falha 1	Conjunto 1	Sub-conjunto 1	OK		
2				Sub-conjunto 2	KO	Confeccionar	Bruno/Tiago
3				Sub-conjunto 3	OK		
4				Sub-conjunto 4	KO	Substituir	Bruno/Tiago
5			Conjunto 2	Sub-conjunto 5	OK		
6				Sub-conjunto 6	KO	Confeccionar	Bruno/Tiago
7				Sub-conjunto 7	OK		
8				Sub-conjunto 8	KO	Substituir	Bruno/Tiago
9			Conjunto 3	Sub-conjunto 9	KO	Substituir	Bruno/Tiago
10				Sub-conjunto 10	KO	Substituir	Bruno/Tiago
11				Sub-conjunto 11	OK		
12				Sub-conjunto 12	KO	Substituir	Bruno/Tiago
13		Modo de Falha 2	Conjunto 4	Sub-conjunto 13	KO	Substituir	Bruno/Tiago
14				Sub-conjunto 14	OK		
15				Sub-conjunto 15	OK		
16				Sub-conjunto 16	KO	Substituir	Bruno/Tiago
17				Sub-conjunto 17	OK		
18				Sub-conjunto 18	OK		
20		Modo de Falha 3	Conjunto 5	Sub-conjunto 19	KO	Substituir	Bruno/Tiago
21				Sub-conjunto 20	KO	Substituir	Bruno/Tiago
22				Sub-conjunto 21	OK		
23				Sub-conjunto 22	KO	Verificar	Artur Lopes
24				Sub-conjunto 23	OK		
25		Modo de Falha 4	Conjunto 6	Sub-conjunto 24	OK		
26			Conjunto 7	Sub-conjunto 25	OK		

**Figura 24 – Formulário para Retrofit da Máquina (Exemplo)**

Após o preenchimento deste formulário, foi realizado um plano de ação (Apêndice 1) com o objetivo de reestabelecer as condições básicas da máquina. Foi utilizado também a ferramenta 5 perguntas para 0 defeito (Anexo C) para levantar os pontos que necessitam melhoria, a fim de garantir a qualidade do processo.

Além dessas atividades realizadas, a semana kaizen rendeu um *standard kaizen* (Apêndice 2) focado na diminuição de uma das anomalias mais recorrentes durante o processo. Os resultados obtidos após a aplicação do *standard kaizen* foram coletados a partir do mês de novembro até o mês de janeiro. (Figura 25)



**Figura 25 – Resultados da aplicação do standard kaizen**

#### **4.4 Aplicação do Pilar Controle de Qualidade**

Nesta etapa do trabalho, que foi iniciada no mês de abril do ano de 2018, o foco foi na C.O.S, segunda máquina que mais apresentou não conformidades na linha, sendo então realizada uma abordagem sistêmica voltada para máquina, dentre os 4M (mão-de-obra, máquina, método, material). Seguindo a metodologia, a abordagem sistêmica em máquina segue os mesmos passos de implementação do Pilar Controle de Qualidade. Sendo o primeiro passo investigação das condições atuais.

As investigações das condições atuais foram feitas com auxílio do mesmo formulário (Anexo B), usado durante a semana kaizen, citada tópico 4.3. Devido ao tamanho e complexidade da máquina foi realizado o acréscimo de uma coluna para definir grupos responsáveis por analisar condições específicas em determinados pontos da máquina, tendo como resultado o (Apêndice 3).

A partir desta análise foi proposto um plano de ação (Apêndice 4) para realizar a restauração de componentes da máquina até o mês de julho do ano de 2018. O plano de ação apresentado contempla as atividades finalizadas até a data de conclusão deste trabalho. Exemplo do antes e depois da restauração de um componente (Figura 26).



Figura 26 – Restauração: antes e depois

## 5 Conclusão

A partir dos resultados obtidos, podemos considerar que o trabalho realizado serviu como base de aprendizado e primeira experiência com as ferramentas apresentadas e usadas na metodologia da Manufatura de Classe Mundial. Para a empresa, ter um programa de desenvolvimento de suas atividades e gestão, baseado nos conceitos internacionais, é muito importante visto que esta prática traz crescimento e competitividade de mercado.

A aplicação de ferramentas simples junto a uma metodologia bem estruturada é capaz de trazer resultados significantes para qualquer empresa. Entretanto, no que diz respeito ao levantamento de dados para justificar o início de qualquer projeto, pode-se haver uma certa dificuldade, visto que nem todas as empresas tem uma base de dados robusta como sugere a mais nova revolução da indústria 4.0. Além disso, imprevisto que ocorrem diariamente nos setores produtivos de grandes empresas, podem prejudicar os resultados ou prolongar ações, gerando assim atrasos.

Por fim, pode-se dizer que para a garantia da qualidade dos produtos em uma linha de produção, é de extrema importância. Não só um processo robusto, mas também uma manutenção estruturada. Pois máquinas que não estão em condições básicas e apresentam desgastes ou alguma parte sem o devido funcionamento, podem gerar, durante o processo produtivo, danos em parte do produto. Gerando assim desperdício.

A partir deste trabalho, pôde ser percebido na prática alguns assuntos que são vistos durante a graduação de Engenharia Mecânica, servindo como fortalecimento dos conhecimentos além de experiência para o mercado de trabalho.



## **Apêndices**

CRONOGRAMA DO PLANO DE RESTAURAÇÃO									
nº	CONJUNTO	COMPONENTE	AÇÃO	RESPONSÁVEL		Nov-17			
1	Conjunto 1	Sub-conjunto 2	Confeccionar	Bruno/Tiago	P				
					E				
2	Conjunto 1	Sub-conjunto 4	Substituir	Bruno/Tiago	P				
					E				
3	Conjunto 2	Sub-conjunto 6	Confeccionar	Bruno/Tiago	P				
					E				
4	Conjunto 2	Sub-conjunto 8	Substituir	Bruno/Tiago	P				
					E				
5	Conjunto 3	Sub-conjunto 9	Substituir	Bruno/Tiago	P				
					E				
6	Conjunto 3	Sub-conjunto 10	Substituir	Bruno/Tiago	P				
					E				
7	Conjunto 3	Sub-conjunto 12	Substituir	Bruno/Tiago	P				
					E				
8	Conjunto 4	Sub-conjunto 13	Substituir	Bruno/Tiago	P				
					E				
9	Conjunto 4	Sub-conjunto 16	Checar	Artur Lopes	P				
					E				
10	Conjunto 5	Sub-conjunto 19	Substituir	Bruno/Tiago	P				
					E				
11	Conjunto 5	Sub-conjunto 20	Verificar	Lucas Borba	P				
					E				
12	Conjunto 5	Sub-conjunto 22	Verificar	Artur Lopes	P				
					E				

Legenda



Programado



Realizado



Atrasado

Figura 27 – Plano de ação semana kaizen

STANDARD KAIZEN																																																																																																																										
Tema: Solda espinada na lateral do 'strap'		Data: 14-09-18		<input type="checkbox"/> Controle de Qualidade <input type="checkbox"/> Eng. Prod. Trabalho <input type="checkbox"/> Manutenção e Ferras		<input type="checkbox"/> Segurança <input type="checkbox"/> Manutenção Autônoma <input type="checkbox"/> Desmontagem de Peças		CRONOGRAMA 		EQUIPE: José Adilson Mathias Gomes Raoni Sobral																																																																																																																
Nº de Registro na Matriz E: 1		Departamento: Montagem																																																																																																																								
1. SITUAÇÃO ATUAL E DEFINIÇÃO DO PROBLEMA (claro, conciso e mensurável)				2. ANÁLISE DAS CAUSAS DO PROBLEMA																																																																																																																						
Indicador estratégico e desdobramento   Certificação do Problema - 5WHY 1. O QUE ESTÁ OCORRENDO? Está havendo espinho de chumbo na lateral do 'strap' 2. ONDE ESTÁ OCORRENDO? Na máquina 'Intercept' 3. QUANDO OCORRE? Durante o processo de solda 4. QUEM INFLUENCIA NA OCORRÊNCIA? Sem influência dos operadores 5. QUAL A TENDÊNCIA DA OCORRÊNCIA? Em todos os turnos 6. COMO OCORRE? Devido a falta de fixação do guia central DESCRIÇÃO DO PROBLEMA (Sequência: 1-1-2-3-3-4) Devido a falta de fixação do guia central, está havendo espinho de chumbo na lateral do 'strap', na máquina Intercept durante o processo de solda. Ocorre em todos os turnos e sem influência dos operadores.				 3. PLANO DE AÇÃO <table border="1"> <thead> <tr> <th>Atividade</th> <th>Responsável</th> <th>14-09</th> <th>15-09</th> <th>16-09</th> <th>17-09</th> <th>18-09</th> <th>19-09</th> <th>20-09</th> <th>21-09</th> <th>22-09</th> <th>23-09</th> <th>24-09</th> <th>25-09</th> <th>26-09</th> <th>27-09</th> <th>28-09</th> <th>29-09</th> <th>30-09</th> <th>01-10</th> <th>02-10</th> <th>03-10</th> <th>04-10</th> <th>05-10</th> <th>06-10</th> <th>07-10</th> <th>08-10</th> <th>09-10</th> <th>10-10</th> <th>11-10</th> <th>12-10</th> <th>13-10</th> <th>14-10</th> <th>15-10</th> <th>16-10</th> <th>17-10</th> <th>18-10</th> <th>19-10</th> <th>20-10</th> <th>21-10</th> <th>22-10</th> <th>23-10</th> <th>24-10</th> <th>25-10</th> <th>26-10</th> <th>27-10</th> <th>28-10</th> <th>29-10</th> <th>30-10</th> <th>31-10</th> <th>01-11</th> <th>02-11</th> <th>03-11</th> <th>04-11</th> <th>05-11</th> <th>06-11</th> <th>07-11</th> <th>08-11</th> <th>09-11</th> <th>10-11</th> <th>11-11</th> <th>12-11</th> <th>13-11</th> <th>14-11</th> <th>15-11</th> <th>16-11</th> <th>17-11</th> <th>18-11</th> <th>19-11</th> <th>20-11</th> <th>21-11</th> <th>22-11</th> <th>23-11</th> <th>24-11</th> <th>25-11</th> <th>26-11</th> <th>27-11</th> <th>28-11</th> <th>29-11</th> <th>30-11</th> <th>01-12</th> <th>02-12</th> <th>03-12</th> <th>04-12</th> <th>05-12</th> <th>06-12</th> <th>07-12</th> <th>08-12</th> <th>09-12</th> <th>10-12</th> <th>11-12</th> <th>12-12</th> <th>13-12</th> <th>14-12</th> <th>15-12</th> <th>16-12</th> <th>17-12</th> <th>18-12</th> <th>19-12</th> <th>20-12</th> <th>21-12</th> <th>22-12</th> <th>23-12</th> <th>24-12</th> <th>25-12</th> <th>26-12</th> <th>27-12</th> <th>28-12</th> <th>29-12</th> <th>30-12</th> <th>31-12</th> </tr> </thead></table> 4. RESULTADOS (compare com os mesmos indicadores de definição do problema - gráfico meta)  5. PADRONIZAÇÃO/CONCLUSÃO Caminho para encontrar o documento: T:\UNIBR\WCM\UnifGestão dos Planos\F1 - Melhorias Focadas\13.Acompanhamento\1.Montagem\2.Solda espinada na lateral do strap - Arquivo Kaizen Intercept								Atividade	Responsável	14-09	15-09	16-09	17-09	18-09	19-09	20-09	21-09	22-09	23-09	24-09	25-09	26-09	27-09	28-09	29-09	30-09	01-10	02-10	03-10	04-10	05-10	06-10	07-10	08-10	09-10	10-10	11-10	12-10	13-10	14-10	15-10	16-10	17-10	18-10	19-10	20-10	21-10	22-10	23-10	24-10	25-10	26-10	27-10	28-10	29-10	30-10	31-10	01-11	02-11	03-11	04-11	05-11	06-11	07-11	08-11	09-11	10-11	11-11	12-11	13-11	14-11	15-11	16-11	17-11	18-11	19-11	20-11	21-11	22-11	23-11	24-11	25-11	26-11	27-11	28-11	29-11	30-11	01-12	02-12	03-12	04-12	05-12	06-12	07-12	08-12	09-12	10-12	11-12	12-12	13-12	14-12	15-12	16-12	17-12	18-12	19-12	20-12	21-12	22-12	23-12	24-12	25-12	26-12	27-12	28-12	29-12	30-12	31-12
Atividade	Responsável	14-09	15-09	16-09	17-09	18-09	19-09	20-09	21-09	22-09	23-09	24-09	25-09	26-09	27-09	28-09	29-09	30-09	01-10	02-10	03-10	04-10	05-10	06-10	07-10	08-10	09-10	10-10	11-10	12-10	13-10	14-10	15-10	16-10	17-10	18-10	19-10	20-10	21-10	22-10	23-10	24-10	25-10	26-10	27-10	28-10	29-10	30-10	31-10	01-11	02-11	03-11	04-11	05-11	06-11	07-11	08-11	09-11	10-11	11-11	12-11	13-11	14-11	15-11	16-11	17-11	18-11	19-11	20-11	21-11	22-11	23-11	24-11	25-11	26-11	27-11	28-11	29-11	30-11	01-12	02-12	03-12	04-12	05-12	06-12	07-12	08-12	09-12	10-12	11-12	12-12	13-12	14-12	15-12	16-12	17-12	18-12	19-12	20-12	21-12	22-12	23-12	24-12	25-12	26-12	27-12	28-12	29-12	30-12	31-12												
Meta (Quanto? Quando?):		Garantir e manter 0,5% de reprovação na Intercept a partir do mês de fevereiro.																																																																																																																								
Autor da Melhoria: Raoni Sobral		Executor: José Adilson		Data da Realização: 21-09-18		Custo R\$: 156,8		Benefício R\$: 82C		Chefe/Gerência: Severino Melo		Fórum de Criação: Igor Souto																																																																																																														

Figura 28 – Máscara do Standard Kaizen

ITEM	GRUPOS	DEFEITO	MODO DE FALHA	CONJUNTO	SUB-CONJUNTO/COMPONENTE	CONDIÇÃO ATUAL	STATUS	ATIVIDADES DE RESTAURAÇÃO / RETROFITING	QUEM	
1	Grupo 1	Defeito 1	Modo de Falha 1	Conjunto 1	Componente 1		KO	Confeccionar e substituir (Restaurar condição básica dos socadores)	Félio	
2			Modo de Falha 2		Componente 2	Desgastado e desalinhamento			Félio	
3			Componente 3			Félio				
			Componente 4		Desgastado/curvatura	KO	Substituir	Félio		
			Conjunto 2	Componente 5	Desgastado	KO	Substituir	Félio		
				Componente 6	Folgado	KO	Realizar padrão de aperto e definir periodicidade	Félio		
			Conjunto 3	Componente 7	Desalinhado e desgastado	KO	Substituir e criar padrão de alinhamento	Félio		
								Félio		
4	Grupo 2	Defeito 2		Conjunto 4	Componente 8	Função desativada	KO	Avaliar real necessidade de atuação		
						Excesso de sujeira	KO	Realizar a limpeza profunda	Enrardo	
						Folga na lateral	KO	Realizar manutenção geral	Félio	
					Componente 9	Ajustado	OK	OK	---	
						Indeterminada	KO	Realizar estudo de padronização de situação OK e KO	Félio	
						Desgastado	KO	Substituir	Félio	
5	Defeito 3	Modo de Falha 4	Conjunto 5	Componente 10	Não existe padrão	KO	Elaboração de padrão	Raphael		
		Modo de Falha 5						Raphael		

Figura 29 – Formulário para Retrofit da Máquina preenchido

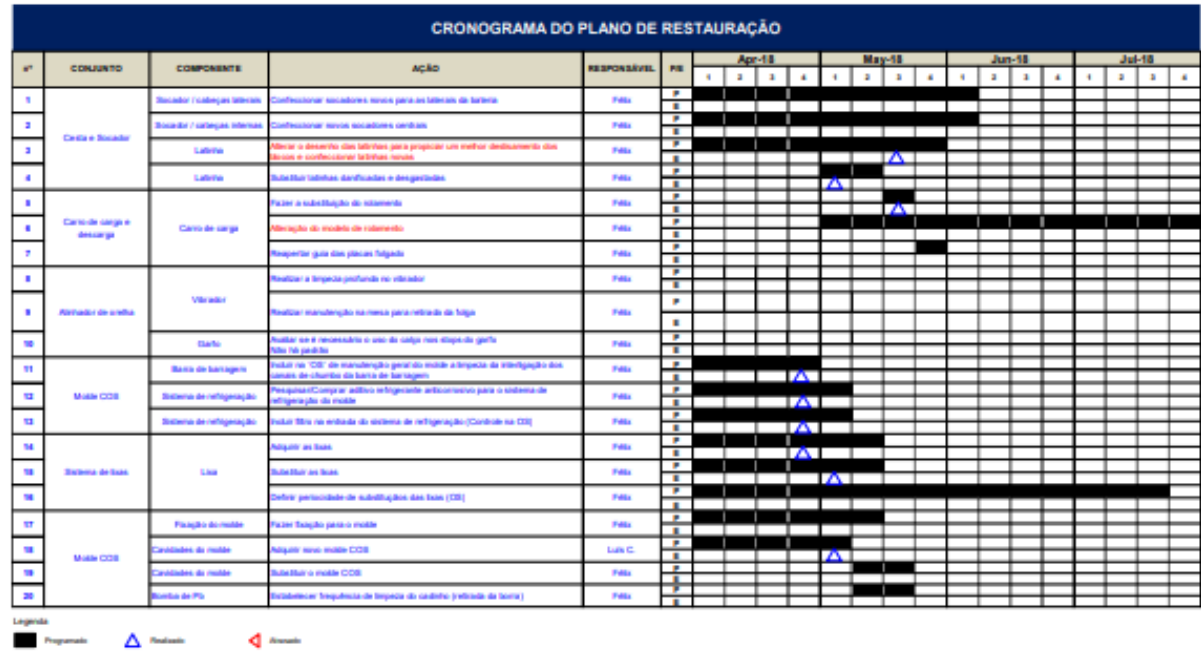


Figura 30 – Plano de ação para Restauração

## **Anexos**



		<b>DATA   /   /   MÁQUINA - TIPO DE DEFEITO</b>						
1º turno								
2º turno								
3º turno								
1º turno								
2º turno								
3º turno								

Figura 31 – Formulário para apontamento de não conformidades

ITEM	DEFEITO	MODO DE FALHA	CONJUNTO	SUB-CONJUNTO	CONDIÇÃO ATUAL	ATIVIDADE DE RESTAURAÇÃO / RETROFITTING	QUEM
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							

Figura 32 – Formulário para Retrofit da Máquina

5 PERGUNTAS PARA 0 DEFEITOS												
PROBLEMA / FENÔMENO		Não conformidade na solda										
UNIDADE OPERATIVA		UGB 2		NOME TIME		Grupo Kaizen		MACHINE		X	METHOD	
EQUIPAMENTO		InterCell		LÍDER DO TIME		Amanda		MAN			MATERIAL	
NR	PERGUNTA	RESPOSTA			PONTUAÇÃO						NOTA	
		1	3	5	FASE 0	FASE 1	FASE 2	FASE 3	FASE 4	FASE 5		
1	AS CONDIÇÕES SÃO CLARAS?	Existem alguns padrões definidos porém com poucos detalhes	Existe uma lista de parâmetros e condições da máquina que garante a ausência do defeito porém os valores não são bem especificados	Existe uma lista de parâmetros e condições da máquina que garante a ausência do defeito com valores e tolerâncias bem especificados e unidade de medida clara	1							
2	AS CONDIÇÕES SÃO FÁCEIS DE IMPOSTAR?	Dificuldade de implementar, ausência dos pontos de referência necessidade de ajuste fino	Facilidade de regular e presença dos pontos de referência	Presetting em automático	3							
3	AS CONDIÇÕES SÃO VARIÁVEIS?	Precisa uma impostação correta durante a fase de setup/startup e um monitoramento constante do parâmetro durante a normal produção	Só no momento do set up / startup	Em casos excepcionais	3							
4	AS CONDIÇÕES DE VARIAÇÃO (DESVIOS) SÃO FACILMENTE VERIFICÁVEIS?	Difícil de ser verificada visualmente	Existe um sistema padrão de mensuração porém não é garantido que a variação seja sempre identificada.	É continuamente monitorável visualmente e existe uma forma de assegurar uma alerta imediata no caso de desvio	3							
5	AS CONDIÇÕES SÃO FÁCEIS DE SEREM RESTABELECIDAS?	Através de pessoal especializado	Por um operador treinado	Automaticamente	3							
TOTAL					52%	0%	0%	0%	0%	0%		

Figura 33 – Ferramenta de 5 perguntas para 0 defeito